



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11150101 A**(43) Date of publication of application: **02 . 06 . 99**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/3065**  
**G03F 7/42**  
**H01L 21/027**

(21) Application number: **09316931**(22) Date of filing: **18 . 11 . 97**(71) Applicant: **NEC CORP**

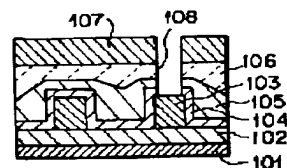
(72) Inventor: **USAMI TATSUYA**  
**OTO KOICHI**  
**UEDA YASUHIKO**

(54) **MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent deterioration of quality and shape of an interlayer insulating film by using plasma containing a gas expressed of a specific formula as a stripping gas in a photoresist stripping step, when a through-hole or groove is formed through or into the interlayer insulating film.

**SOLUTION:** At stripping of a photoresist 107, instead of using oxygen plasma, plasma generated by the use of at least a gas expressed by formula  $N_xH_y$  (where,  $x=1$  or  $2$  and  $Y=2$  to  $4$ ). When this gas plasma is used, the photoresist 107 can be removed with HCN, without generating Si-OH bonds. In addition, the photoresist 107 is worked by planarizing surface of a plasma second TEOS oxide film 106 through chemical-mechanical polishing after the film 106 has been grown. After working the photoresist 107, a through-hole 108 is etched by the use of the photoresist 107 as a mask. Thereafter, the photoresist 107 is removed by using, or example,  $NH_3$  gas as a stripping gas.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-150101

(43)Date of publication of application : 02.06.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

G03F 7/42

H01L 21/027

(21)Application number : 09-316931

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.11.1997

(72)Inventor : USAMI TATSUYA

OTO KOICHI

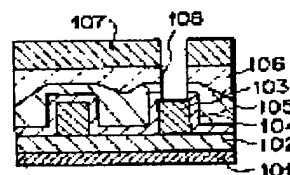
UEDA YASUHIKO

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent deterioration of quality and shape of an interlayer insulating film by using plasma containing a gas expressed of a specific formula as a stripping gas in a photoresist stripping step, when a through-hole or groove is formed through or into the interlayer insulating film.

**SOLUTION:** At stripping of a photoresist 107, instead of using oxygen plasma, plasma generated by the sue of at least a gas expressed by formula  $N_xH_y$  (where,  $x=1$  or 2 and  $Y=2$  to 4). When this gas plasma is used, the photoresist 107 can be removed with HCN, without generating Si-OH bonds. In addition, the photoresist 107 is worked by planarizing surface of a plasma second TEOS oxide film 106 through chemical-mechanical polishing after the film 106 has been grown. After working the photoresist 107, a through-hole 108 is etched by the use of the photoresist 107 as a mask. Thereafter, the photoresist 107 is removed by using, or example,  $NH_3$  gas as a stripping gas.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.11.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-150101

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

H

G 0 3 F 7/42

G 0 3 F 7/42

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 7 2 A

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-316931

(22) 出願日

平成9年(1997)11月18日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 宇佐美 達矢

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 大音 光市

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 上田 靖彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

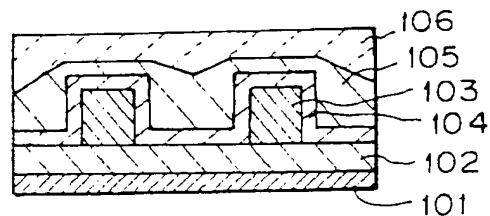
(74) 代理人 弁理士 山下 穰平

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 酸素プラズマにより変質する絶縁膜を一部に使った構造の加工後のフォトリソスト除去を絶縁膜の劣化なく行う。

【解決手段】  $NxHy$  ガス ( $x=1, 2, y=2\sim 4$ ) を用いたプラズマによるフォトリソストの除去を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素プラズマによって変質する絶縁膜を層間膜の一部として含む半導体装置の製造方法において、前記層間膜にスルーホールまたは溝を形成する際、フォトリソグラフィ剥離工程で、フォトリソグラフィ剥離ガスとして、少なくとも、 $N_xH_y$  ( $x=1, 2, y=2\sim4$ ) ガスを含むプラズマを用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記酸素プラズマによって変質する絶縁膜が、 $HSiO_2$  (ハイドロジェンシロセスキオキサン)、有機 $SiO_2$ 、有機膜、ポーラス膜の内、少なくとも一つより選択されていることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記フォトリソグラフィ剥離工程でのレジスト剥離を、光を当てながら行うことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置の製造方法に関し、特に、酸素プラズマによって変質する絶縁膜を、金属配線層間膜の一部に用いる構成の半導体装置を製造する際に、スルーホールまたは溝の形成時のフォトリソグラフィ剥離工程に特徴がある半導体装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 層間膜に有機 $SiO_2$ を用いている従来の半導体装置の製造プロセスでは、通常、プラズマ $TEOS$ 酸化膜によりサンドイッチされた構造が採られている。例えば古沢らの $VLSI$ テクノロジー・ダイジェスト (1995 Symposium on VLSI Technology Digest of Technical Papers p59-60) に記載の文献「Low Capacitance Multi-level Interconnection Using Low- $\epsilon$  Organic Spin-on Glass for Quarter-Micron High-Speed VLSI's」には、サンドイッチ構造を採っている場合、スルーホール加工時のレジスト除去工程において酸素プラズマを使うために、有機 $SiO_2$ の $Si-CH_3$ 結合が、 $O_2$ により容易に破壊され、 $Si-OH$ 結合を形成する。この $Si-OH$ 結合は吸湿のもととなるため、スルーホール抵抗異常となり、さらに、誘電率上昇の原因となり得ることが記述されている。

【0003】 このプロセスフローを以下に詳細に説明する。図1に示すように、半導体基板301上に第0のプラズマ $TEOS$ 酸化膜302が形成され、次に、第1のアルミニウム系金属配線303が形成される。次に、第1のプラズマ $TEOS$ 酸化膜304を約1000オングストロームの厚さで形成し、更に有機 $SiO_2$ 305を塗布、焼成し、約4000オングストロームの厚さの成膜を行う。

【0004】 次に、第2のプラズマ $TEOS$ 酸化膜306を、約8000オングストロームの厚さに成長する。

その後、化学的機械研磨を約5000オングストローム実施し平坦化を行う。次に、図13に示すように、フォトリソグラフィ307を加工し、図14に示すように、そのフォトリソグラフィ307をマスクにして、フルオロカーボン系のガスを用い、スルーホール308のエッチングを行う。

【0005】 その後、図15に示すように、酸素プラズマを用いることで、フォトリソグラフィ307を除去する。条件としては、ガス流量 $O_2=2\sim1$ ml, パワー1000W, 処理温度250℃, レジストパワー25%であり、剥離速度10000オングストローム/minを得る。この処理で有機 $SiO_2$ 305の $Si-CH_3$ 結合が酸素プラズマで $Si-OH$ 結合となり、吸湿してしまう。

【0006】 また、図16に示すように、その後、第1の接続金属として、チタン膜309を約500オングストローム、窒化チタン膜310を500オングストロームほど成膜する。さらに、クロム/ニッケル/チタン/ステン膜311を5000オングストローム成長し、図17に示すように、エッチバックする。次に、図18に示すように、第2のアルミニウム系金属配線311を形成する。ここでの第1-2メタル配線間の抵抗は、接続不良となってしまう。

【0007】 また、低誘電率膜としてフッ素樹脂を用いた例が、月刊紙「Semiconductor World」(1997年2月号)の82頁から84頁に記述されており、ここでは「フッ素樹脂による低誘電率化エッチング特性はクリア、課題は耐酸素プラズマ性である。」としている。なお、図19～図22には、フッ素樹脂を使用した場合のプロセスフローが示されている。

【0008】 先ず、図19に示すように、半導体基板401上に第0のプラズマ $TEOS$ 酸化膜402が形成され、次に、第1のアルミニウム系金属配線403が形成される。その上より、第1プラズマ $TEOS$ 酸化膜404を約500オングストロームの厚さで形成する。そして、フッ素樹脂405を約5000オングストローム、塗布し、焼成する。更に、その上に、第2のプラズマ $TEOS$ 酸化膜406を約8000オングストローム、成膜する。次に、化学的機械研磨を約5000オングストロームについて実施し、平坦化する。

【0009】 また、図20に示すように、スルーホール開口のため、フォトリソグラフィ407を塗布し、露光、現像を行って、パターンニングを実施する。図21に示すように、そのフォトリソグラフィ407をマスクにして、フルオロカーボン系のガスを用いて、プラズマ酸化膜404、406とフッ素樹脂膜405とのサンドイッチ膜のビア加工を行い、スルーホール408の加工を実施する。

【0010】 そして、図22に示すように、前述の最初の従来例と同様の条件で、酸素プラズマにてフォトリソ

スト407を除去すると、まっすくに加工されていたプラズマ酸化膜407とフッ素樹脂405とのサンドイッチ膜の内、フッ素樹脂405の部分がボーイング形状408になってしまう。これは、酸素プラズマによりフッ素樹脂405の炭素と酸素プラズマの酸素が結びついて、CO<sub>2</sub>ガスの形で放出されていると考えられる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ここでの第1の問題点は、有機SOGまたはHSQを層間絶縁膜に使用した場合、ビア抵抗が安定に得られないことである。その理由は、有機SOGがスルーホール加工時のレジスト除去工程において酸素プラズマに晒されると、その有機SOGのSi-CH<sub>3</sub>結合がSi-OH結合へと変質してしまう。吸湿するので、スルーホール部のダイブンドヒアの原因になるからである。また、HSQの場合も、Si-OH結合が、同様に、Si-OH結合となり、同じ結果となるからである。

【0012】また、第2の問題点は、フッ素樹脂のような有機膜を、層間絶縁膜として使用した場合、スルーホール加工後のレジスト除去で、スルーホールの形状がボーイング形状となることである。その理由は、フッ素樹脂のような有機膜は、酸素プラズマによって変質してしまう。特に、レジスト除去のような、等方性の酸素プラズマでは、等方性のエッチングが進んでしまうからである。

【0013】本発明は、上記事情に基づいてなされたもので、その目的とするところは、半導体集積回路の高速化のために、層間絶縁膜に低誘電率膜を使用した場合において、そのヒア抵抗の不良を無くし、信頼性を向上することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】このため、本発明では、酸素プラズマによって変質する絶縁膜を層間膜の一部として含む半導体装置の製造方法において、前記層間膜にスルーホールまたは溝を形成する際のアトレジスト剥離工程で、アトレジストの剥離ガスとして、少なくとも、N<sub>x</sub>H<sub>y</sub>（x=1、2、y=2～4）ガスを含むプラズマを用いることを特徴とする。

【0015】従って、ここでは、アトレジスト除去を実施するために酸素プラズマを用いず、少なくとも、N<sub>x</sub>H<sub>y</sub>ガス（x=1、2、y=2～4）を用いてプラズマを生成しているため、酸素プラズマにより変質してしまうような絶縁膜（有機SOG、HSQ、フッ素樹脂、有機膜）が、加工後に剥き出しとなる部分についての膜質劣化、形状劣化を防止できる。

【0016】例えば、有機SOGを用いた場合は、酸素プラズマを用いた時にSi-CH<sub>3</sub>結合がSi-OH結合に変質して吸湿の原因となり得るが、N<sub>x</sub>H<sub>y</sub>ガス（x=1、2、y=2～4）を用いたプラズマの時は、Si-OH結合を生成しない。その時、アトレジスト

は、HCNガスとして除去できる。

【0017】また、HSQを用いた場合は、酸素プラズマの時に、HSQのSi-OH結合が、有機SOGの場合と同様に、Si-OH結合をつくり、吸湿の原因になってしまうが、N<sub>x</sub>H<sub>y</sub>ガス（x=1、2、y=2～4）を用いた時は、Si-OH結合を生成しない。その時、アトレジストはHCNガスとして除去できる。

【0018】更に、フッ素樹脂の場合では、酸素プラズマの時には、フッ素樹脂が二酸化炭素としてガスになってしまうが、N<sub>x</sub>H<sub>y</sub>ガス（x=1、2、y=2～4）を用いた時には、酸素を用いた時よりも、アトレジストとの選択比が得られ、フッ素樹脂を除去し難い。その時、アトレジストは、HCNガスとして除去することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）図1～図7は、本発明の第1の実施の形態を示すプロセスフローである。ここでは、酸素プラズマにより変質してしまう絶縁膜の内、有機SOGを用いたものを記載した。図1に示すように、先ず、半導体基板101上に第0のプラズマTEOS酸化膜102が形成され、次に第1のアルミニウム系金属配線103が形成される。次に、第1のプラズマTEOS酸化膜104を約1000オングストロームの厚さで形成する。更に、有機SOG105を塗布、焼成し、約4000オングストロームの成膜を行う。

【0020】次に、第2のプラズマTEOS酸化膜106を約8000オングストローム成長する。その後、化学的機械研磨を約5000オングストローム実施し、平坦化する。図2に示すように、アトレジスト107を加工し、図3に示すように、そのアトレジスト107をマスクにして、フルオロカーボン系のガスを用い、スルーホール108のエッチングを行う。

【0021】その後、図4に示すように、NH<sub>3</sub>ガスを用いてアトレジスト107を除去する。条件としては、ガス流量＝20sccm、パワー＝1000W、真空度＝1.2Torr、ランプパワー＝20%、処理温度＝300℃である。その結果、剥離速度＝約8000オングストローム/minを得た。その処理後、有機SOG105のSi-CH<sub>3</sub>結合が、アトレジスト107を除去しても、そのままSi-CH<sub>3</sub>結合として残っており、劣化が認められなかった。また、アトレジスト107をHCNガスとして除去できていることが、装置に設置されている質量分析機より推測できた。

【0022】また、図5に示すように、その後、第1の接続金属としてチタン膜109を約500オングストローム窒化チタン膜110を500オングストローム成膜する。さらに、プラチナチタン膜111を5000オングストローム成長して、図6に示すように、エッチングする。次に、図7に示すように、第2のアルミニウム系金属配線112を形成する。ここでの第1-

2メタル配線間の抵抗は接続不良とならず、従って、問題は無い。また、同じ層間膜を用いて溝加工を行っても、同様な効果が得られる。

【0023】（実施の形態2）次に、低誘導率膜として、フッ素樹脂を用いた例を示す。先ず、図8に示すように、半導体基板201上に第0のプラズマ酸化膜202が形成され、次に、第1のアルミニウム系金属配線203が形成される。その上より第1プラズマTEOS酸化膜204を約5000オングストロームほど形成する。そして、フッ素樹脂205を約5000オングストローム塗布し、焼成する。さらに、その上に第2のプラズマTEOS酸化膜206を約8000オングストローム形成する。その後、化学的機械研磨を実施し、平坦化した。図9に示すように、フルーホールの開口のため、フォトリソスト207を塗布し、露光、現像を行って、パターンニングを実施する。

【0024】図10に示すように、そのフォトリソスト207をマスクにして、フルオロカーボン系のガスを用いて、プラズマ酸化膜204、206とフッ素樹脂膜205とのサンドイッチ膜のフルーホール208の加工を実施する。そして、図11に示すように、 $\text{N}_2/\text{H}_2$ ガスをを用いたプラズマ剥離を、条件が、ガス流量：2.0s/lm、パワー：1000W、処理温度：250℃、ランプパワー：40%で行うと、剥離速度は、約9000オングストローム/minを得た。その処理でフォトリソスト207を除去すると、まっすぐに加工されていたプラズマ酸化膜204、206とフッ素樹脂205とのサンドイッチ膜の、フッ素樹脂205の部分がボーイング形状にならず、比較的まっすぐになった。これは $\text{N}_2/\text{H}_2$ ガスのプラズマがランプの光に曝されると、剥離速度が早い。ランプの光が当たり難いエッチング側面では、その剥離が進み難いためと考えられる。

【0025】なお、本発明においては、以上の2つの実施の形態から明らかなように、酸素プラズマに弱い絶縁膜として有機SiO<sub>2</sub>、フッ素樹脂の例を示したが、その他、HSQ、有機樹脂、アモルファスカーボン膜、フッ素化アモルファスカーボン膜、Si—CH<sub>3</sub>結合や、Si—H結合の終端をもったポリシラン膜を用いてもよい。また、フォトリソストの除去に、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{N}_2/\text{H}_2$ ガスのプラズマの代わりに、 $\text{N}_2/\text{H}_2$ ガスをを用いてもよい。また、ガスとして酸素を含まないガス $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、Arなどを添加してもよい。

【0026】

【発明の効果】本発明は、以上詳述したように、酸素プラズマによって変質する絶縁膜を層間膜の一部として含む半導体装置の製造方法において、前記層間膜にフルーホールまたは溝を形成する際のフォトリソスト剥離工程で、フォトリソストの剥離ガスとして、少なくとも、 $\text{N}_2/\text{H}_2$ （ $x=1$ 、 $2$ 、 $y=2\sim4$ ）ガスを含むプラズマを用いることを特徴とする。

【0027】従って、例えば、TEOS酸化膜をはさんで、層間膜に有機SiO<sub>2</sub>を用いた場合、接続金属を形成するためにフォトリソストを開孔、形成した後で除去する際に、その剥き出しになった有機SiO<sub>2</sub>のSi—OH結合を、従来のような、吸湿のもととなるSi—OH結合に変化させる酸素ガスによるプラズマを用いないで、 $\text{N}_2/\text{H}_2$ ガス（ $x=1$ 、 $2$ 、 $y=2\sim4$ ）を用いたプラズマによって行うので、接続金属抵抗の不良が出ない。

【0028】また、例えば、溝配線の絶縁膜の一部または全部にHSQを用いた場合に、加工後のフォトリソストの除去を、HSQのSi—H結合を、従来のような、吸湿のもととなるSi—OH結合に変化させる酸素ガスによるプラズマを用いないで、 $\text{N}_2/\text{H}_2$ ガス（ $x=1$ 、 $2$ 、 $y=2\sim4$ ）を用いたプラズマによっておこなうので、配線間容量の低減ができる。

【0029】更に、例えば、層間絶縁膜に有機樹脂のフッ素樹脂を用いた場合に、溝加工を行った後、フォトリソストを除去する際に、従来のような、フッ素樹脂をボーイング形状にする酸素プラズマを用いないで、 $\text{N}_2/\text{H}_2$ ガス（ $x=1$ 、 $2$ 、 $y=2\sim4$ ）を用いたプラズマによるため、溝配線またはビア開孔の形状がまっすぐに加工されることである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態での第1段階を示す模式的断面図である。

【図2】同じく、第2段階を示す模式的断面図である。

【図3】同じく、第3段階を示す模式的断面図である。

【図4】同じく、第4段階を示す模式的断面図である。

【図5】同じく、第5段階を示す模式的断面図である。

【図6】同じく、第6段階を示す模式的断面図である。

【図7】同じく、第7段階を示す模式的断面図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態での第1段階を示す模式的断面図である。

【図9】同じく、第2段階を示す模式的断面図である。

【図10】同じく、第3段階を示す模式的断面図である。

【図11】同じく、第4段階を示す模式的断面図である。

【図12】従来の第1の事例についての第1段階を示す模式的断面図である。

【図13】同じく、第2段階を示す模式的断面図である。

【図14】同じく、第3段階を示す模式的断面図である。

【図15】同じく、第4段階を示す模式的断面図である。

【図16】同じく、第5段階を示す模式的断面図である。

【図17】同じく、第6段階を示す模式的断面図であ

三。

【図18】同じく、第7段階を示す模式的断面図である。

【図19】従来の第2の事例についての第1段階を示す模式的断面図である。

【図20】同じく、第2段階を示す模式的断面図である。

【図21】同じく、第3段階を示す模式的断面図である。

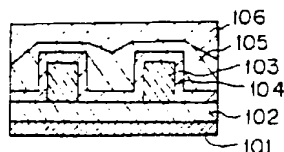
【図22】同じく、第4段階を示す模式的断面図である。

【符号の説明】

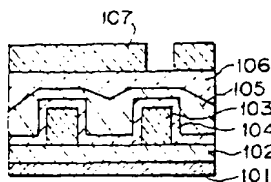
101 半導体基板  
102 第0のプラズマTEOS酸化膜  
103 第1のアルミニウム系金属配線  
104 第1のプラズマTEOS酸化膜  
105 有機SiOC  
106 第2のプラズマTEOS酸化膜  
107 フォトリソスト  
108 スルーホール  
109 チタン膜  
110 窒化チタン膜  
111 プラシマコートタンダステン膜  
112 第2のアルミニウム系金属配線膜  
201 半導体基板  
202 第0のプラズマTEOS酸化膜  
203 第1のアルミニウム系金属配線

204 第1プラズマ酸化膜  
205 フッ素樹脂  
206 第2のプラズマ酸化膜  
207 フォトリソスト  
208 スルーホール  
301 半導体基板  
302 第0のプラズマTEOS酸化膜  
303 第1のアルミニウム系金属配線  
304 第1のプラズマTEOS酸化膜  
305 有機SiOC  
306 第2のプラズマTEOS酸化膜  
307 フォトリソスト  
308 スルーホール  
309 チタン膜  
310 窒化チタン膜  
311 プラシマコートタンダステン膜  
312 第2のアルミニウム系金属配線  
401 半導体基板  
402 第0のプラズマTEOS酸化膜  
403 第1のアルミ系金属配線  
404 第1のプラズマTEOS酸化膜  
405 有機SiOC  
406 第2のプラズマTEOS酸化膜  
407 フォトリソスト  
408 スルーホール  
409 オーバーハング形状

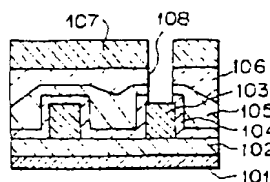
【図1】



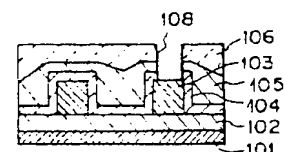
【図2】



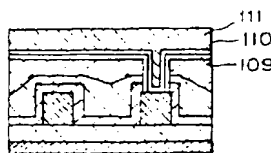
【図3】



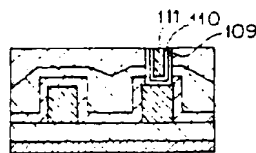
【図4】



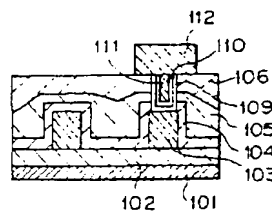
【図5】



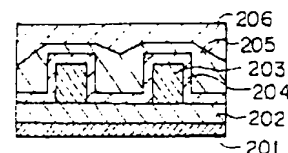
【図6】



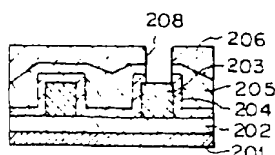
【図7】



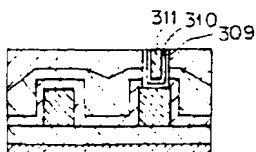
【図8】



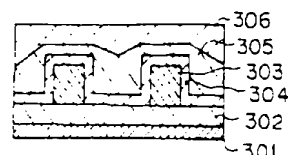
【図11】



【図17】

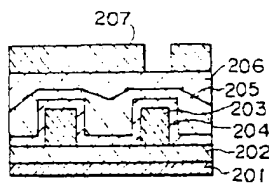


【図12】

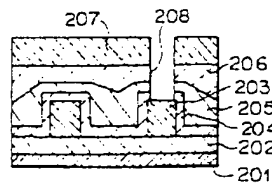




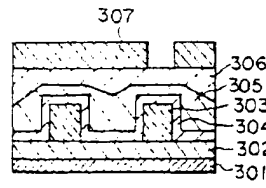
【図9】



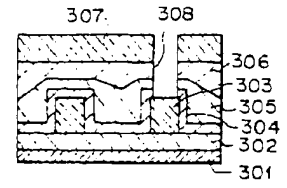
【図10】



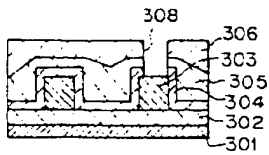
【図13】



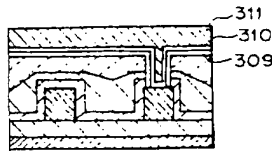
【図14】



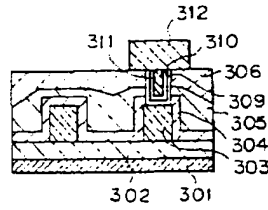
【図15】



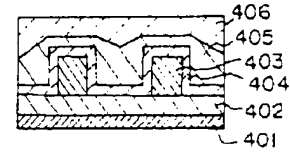
【図16】



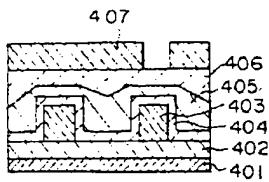
【図18】



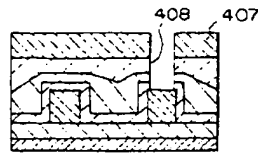
【図19】



【図20】



【図21】



【図22】

